



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 101 96 828 T5 2004.07.29

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 02/071093**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **101 96 828.0**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US01/47005**  
(86) PCT-Anmeldetag: **19.10.2001**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **12.09.2002**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **29.07.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **G01S 5/14**  
**H04Q 7/38**

(30) Unionspriorität:  
**09/698,536**      **27.10.2000**      **US**

(71) Anmelder:  
**Intel Corporation, Santa Clara, Calif., US**

(74) Vertreter:  
**Zenz, Helber, Hosbach & Partner GbR, 45128  
Essen**

(72) Erfinder:  
**Davis, Gregory G., Monument, Calif., US; Stribling,  
Richard C., Colorado Springs, Col., US; Engle,  
Randy L., Colorado Springs, Col., US; Nelhams,  
Richard M., Monument, Col., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Dual-Modus-Uplink/Downlink-Positionsmessung und Multi-Protokoll-Positionsmessung**

(57) Hauptanspruch: Ein Verfahren zum Lokalisieren mobiler Geräte, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt:

(a) Lokalisieren eines ersten mobilen Geräts durch Implementieren der Schritte:

(a1) Bestimmen von Eintreffzeiten eines aus dem ersten mobilen Gerät herrührende Signale an jeder von wenigstens drei Meßeinheiten, und

(a2) Berechnen einer Position des ersten mobilen Geräts auf der Basis der Eintreffzeiten, die im Schritt

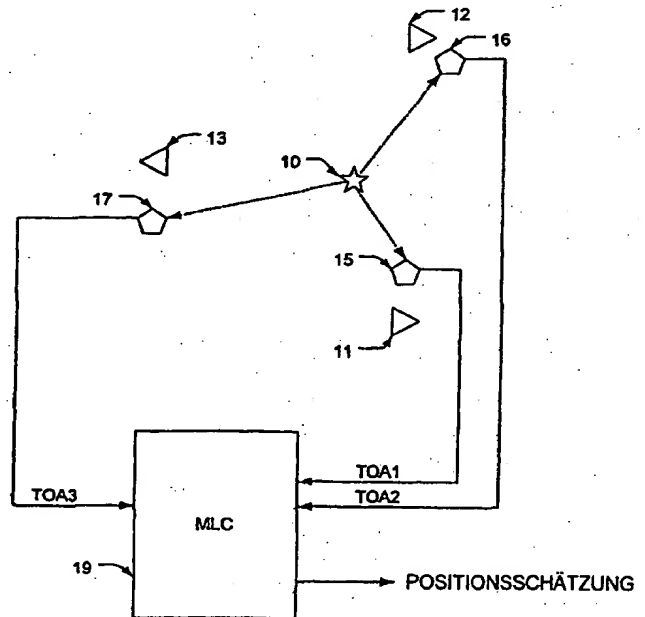
(a1) bestimmt worden sind; und

(b) Lokalisieren eines zweiten mobilen Geräts durch Implementieren der Schritte:

(b1) Bestimmen von Eintreffzeiten von aus jeder von wenigstens drei Basisstationen herrührenden Signalen an dem zweiten mobilen Gerät,

(b2) Bestimmen von Eintreffzeiten der aus jeder der wenigstens drei Basisstationen herrührenden Signale an den Meßeinheiten, und

(b3) Berechnen einer Position des zweiten mobilen Geräts auf der Grundlage der Eintreffzeiten, die im Schritt (b1) bestimmt worden sind, und der Eintreffzeiten, die im Schritt (b2) bestimmt worden sind.



## Beschreibung

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## 1. Gebiet der Erfindung

[0001] Das Gebiet der vorliegenden Erfindung bezieht sich auf Lokalisierungsdienste. Insbesondere bezieht sich das Gebiet der vorliegenden Erfindung auf das Lokalisieren eines mobilen Geräts durch Aufzeichnen von Eintreffzeiten (Times Of Arrival) von Signalen, die sich zwischen dem mobilen Gerät und einer Mehrzahl von Sendern oder Empfängern, die an bekannten Positionen angeordnet sind, ausbreiten, und auf das Berechnen einer Position auf der Grundlage der aufgezeichneten Eintreffzeiten.

## 2. Hintergrund

[0002] In jüngster Zeit forderte die FCC die Einführung von Lokalisierungsdiensten, die Funk-Teilnehmer an sämtlichen drahtlosen Netzwerken genau lokalisieren können. Zwei früher vorgeschlagene Lösungen zum Implementieren derartiger Lokalisierungsdienste sind die "Uplink"-Lösung und "Downlink"-Lösung.

[0003] Fig. 1 zeigt eine herkömmliche Uplink-Lösung, bei der das mobile Gerät 10 (auch als "Handapparat" oder "fernes Terminal" bezeichnet), das lokalisiert werden soll, ein Signal aussendet, wie beispielsweise ein Random-Access-Channel(RACH)-Burst. Die Eintreffzeit (TOA; Time Of Arrival) des Signals wird an jeder einer Mehrzahl von Positionsmeßeinheiten (LMUs; Location Measurement Units) 15-17 zusammen mit einem zugehörigen Qualitätsindikator  $\sigma$  bestimmt. Dieses  $\sigma$  ist eine Schätzung der Standardabweichung der TOA-Messung. Jede dieser aufgezeichneten TOA-Messungen und  $\sigma$ s wird dann zu einem Mobilgerätllokalisierungszentrum (MLC; Mobile Location Center) 19 gesendet, welches ein spezieller Prozessor ist. Das MLC 19 verwendet dann herkömmliche Algorithmen, welche Fachleuten gut bekannt sind, um die Position des mobilen Geräts 10 auf der Grundlage der TOA-Messungen und  $\sigma$ -Bestimmungen, die von den LMUs 15-17 ausgeführt worden sind, und der bekannten Positionen der LMUs zu bestimmen.

[0004] Ein geeigneter herkömmlicher Lokalisierungsalgorithmus verwendet eine Taylor-Suche, um den Schnittpunkt von zwei oder mehr Hyperbeln zu lokalisieren. Details eines solchen Algorithmus finden sich "Statistical Theory of Passive Location Systems" von D.J. Torrieri, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Band AES-20, Nr. 2, März 1984, welcher hier durch Bezugnahme aufgenommen wird und das vorhandene Fachwissen kennzeichnet. Dieser Algorithmus lokalisiert das mobile Gerät, indem er den Schnittpunkt von zwei oder mehr Hyperbeln auffindet, die von drei oder mehr Stationen bestimmt worden sind. Gewöhnlich wird diese Art des

Lokalisierungsalgorithmus auf drei oder mehr TOA-Messungen (welche verwendet werden, um den Abstand von dem mobilen Gerät zu der LMU der Grundlage der Geschwindigkeit  $c$  des Signals zu bestimmen), die zugehörigen  $\sigma$ s und die bekannten Positionen jeder LMU angewendet.

[0005] Fig. 2 zeigt eine herkömmliche Downlink-Lösung, bei der jede einer Mehrzahl von Basisstationen (BTSS) 21-23 ein Signal an das zu lokalisierende mobile Gerät 20 sendet und das mobile Gerät 20 die TOA und das  $\sigma$  jedes dieser Signale bestimmt. Diese TOA-Messungen und  $\sigma$ s werden dann an das MLC 29 gesendet, welches einen herkömmlichen Algorithmus zum Bestimmen der Position des mobilen Geräts auf der Grundlage der TOA-Messungen und der  $\sigma$ s ähnlich dem Algorithmus bei den Uplink-Systemen implementiert. Alternativ kann dann, wenn ausreichende Verarbeitungsleistung in dem Handapparat 20 verfügbar ist, der Algorithmus in dem Handapparat implementiert sein. Wenn die Senderahmen (Transmission Frames) der DTSS 21-23 nicht synchronisiert sind, sind die Downlink-Algorithmen ein wenig komplexer als die Uplink-Algorithmen, da das MLC die relative Zeitdifferenz zwischen jeder BTS-Sendung erlangen muß, um eine Position zu berechnen. Diese Relativzeitinformationen können unter Verwendung von LMUs 25, 26 gewonnen werden, die an bekannten Positionen angeordnet sind, um die TOAs der Signale aus den BTSS 21-23 auf eine herkömmliche Weise zu messen.

[0006] Ein Vorteil der Downlink-Lokalisierungssysteme gegenüber Uplink-Systemen besteht darin, daß zusätzliche Downlink-Handapparate zu einem Kommunikationsnetzwerk hinzugefügt werden können, ohne zusätzliche Kapazität dem Netzwerk hinzuzufügen. Ein weiterer Vorteil der Downlink-Systeme besteht darin, daß die erforderliche LMU-Dichte für Downlink-Systeme geringer ist, da Downlink-LMUs nur benötigt werden, um die Rahmen zwischen den BTSS zu synchronisieren, und nicht, um TOA-Messungen von aus mehreren Handapparaten eintreffenden Signalen auszuführen. Um aber Downlink-Lokalisierungsdienste zu implementieren, müssen TOA-Messungen in dem Handapparat ausgeführt werden. Unglücklicherweise können die meisten Handapparate, die sich bereits im Einsatz befinden (im folgenden "herkömmliche Handapparate" genannt) nicht die TOA-Messungen implementieren, die für eine Downlink-Positionsschätzung erforderlich sind. Im Ergebnis können diese herkömmlichen Handapparate nicht von einem Downlink-System lokalisiert werden. Diese Unfähigkeit zum Lokalisieren der überwiegenden Mehrheit vorhandener Handapparate ist ein Hauptnachteil der Downlink-Systeme.

[0007] Ein weiterer Nachteil herkömmlicher Lokalisierungssysteme besteht darin, daß jedes herkömmliche System nur unter Verwendung eines einzigen Kommunikationsprotokolls arbeitet und nicht Handapparate lokalisieren kann, die abweichende Kommunikationsprotokolle verwenden. Beispielsweise ist

ein zum Lokalisieren von TDMA-Handapparaten entwickeltes Lokalisierungssystem nicht in der Lage, Handapparate zu lokalisieren, die unter Verwendung von GSM oder AMPS kommunizieren. Weil Lokalisierungsdienste für sämtliche Arten von Handapparaten zur Verfügung gestellt werden müssen, würde die herkömmliche Lösung zum Unterstützen sämtliche Kommunikationsprotokolle ein separates Lokalisierungssystem für jedes Protokoll und eine entsprechend aufwendige Infrastruktur umfassen.

[0008] Zusätzlich zu den hohen finanziellen Kosten einer Bereitstellung einer separaten Lokalisierungsdienstinfrastruktur für jede der verschiedenen Technologien kann es außerdem hohe Kosten unter dem Aspekt der öffentlichen Beziehungen geben. Einige Hausbesitzer versuchen, Pläne der Träger zum Installieren von Antennentürmen in der Nähe ihrer Häuser zu blockieren. Im Ergebnis kann es sein, daß ein Träger mehr als fünfzigtausend Dollar ausgeben muß, um eine Genehmigung für einen einzigen Antennenplatz zu erhalten, und es kann sein, daß er eine lange Zeit warten muß, um die erforderliche behördliche Genehmigung zu erhalten. Wenn für jede Technologie separate Infrastrukturen installiert werden, so stößt man mit jeder neuen Installation immer wieder auf diese Probleme.

[0009] Die Erfinder erkannten eine Notwendigkeit, die Vorteile von Downlink-Lokalisierungsdiensten zu gewinnen, während die Nachteile des Downlink vermieden werden.

[0010] Die Erfinder haben darüber hinaus eine Notwendigkeit erkannt, Lokalisierungsdienste für Handapparate zur Verfügung zu stellen, die viele verschiedene Kommunikationsprotokolle verwenden, ohne eine untragbar teure Infrastruktur zu verwenden.

#### ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0011] Bestimmte Aspekte der vorliegenden Erfindung beziehen sich auf ein Kombinieren von Uplink- und Downlink-Technologien zu einem einzigen Lokalisierungssystem, um die von beiden Technologien jeweils gebotenen Vorteile zu gewinnen und um viele ihrer individuellen Nachteile zu beseitigen. Andere Aspekte der vorliegenden Erfindung beziehen sich auf das Kombinieren von Lokalisierungsdiensten für verschiedene Kommunikationsprotokolle zu einem einzigen System.

[0012] Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung ist auf ein Verfahren zum Lokalisieren mobiler Geräte unter Verwendung entweder einer Uplink- oder einer Downlink-Technologie gerichtet. Dieses Verfahren schließt die Schritte eines Lokalisierens eines ersten mobilen Geräts durch Bestimmen, wann ein Signal aus dem mobilen Gerät jede von wenigstens drei Meßeinheiten erreichte, und durch Berechnen einer Position auf der Grundlage der Eintreffzeiten ein. Dieses Verfahren schließt darüber hinaus die Schritte eines Lokalisierens eines zweiten mobilen Geräts

durch Bestimmen, wann Signale aus wenigstens drei Basisstationen das zweite mobile Gerät erreichen, durch Bestimmen, wann diese Signale die Meßeinheiten erreichen, und durch Berechnen einer Position auf der Grundlage dieser Bestimmungen ein.

[0013] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung ist auf ein Verfahren zum Lokalisieren eines mobilen Geräts unter Verwendung sowohl von Uplink- als auch Downlink-Technologien gerichtet. Dieses Verfahren schließt die Schritte eines Bestimmens von wenigstens zwei Eintreffzeiten für Uplink-Signale, eines Bestimmens von wenigstens zwei Eintreffzeiten für Downlink-Signale und eines Berechnens einer Position des mobilen Geräts auf der Grundlage dieser Eintreffzeiten ein. Bei bestimmten Ausführungsbeispielen werden die Uplink-Zeiten verwendet, um eine erste Hyperbel zu definieren, die Downlink-Zeiten werden verwendet, um eine zweite Hyperbel zu definieren, und die Position wird durch Auffinden des Schnittpunkts dieser Hyperbeln berechnet.

[0014] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung ist auf ein System zum Bestimmen der Position eines mobilen Geräts entweder in einem Uplink-Modus oder einem Downlink-Modus gerichtet. Das System enthält einen Uplink-Prozessor und einen Downlink-Prozessor, wenigstens drei Basisstationen, die mit dem mobilen Gerät kommunizieren, und wenigstens drei Meßeinheiten. In dem Uplink-Modus bestimmen die Meßeinheiten die TOA eines Signals, das aus dem mobilen Gerät herrührt, und berichten die TOA-Messungen an den Uplink-Prozessor. Der Uplink-Prozessor bestimmt die Position des mobilen Geräts auf der Grundlage der TOA-Messungen. In dem Downlink-Modus bestimmt das mobile Gerät Eintreffzeiten von Signalen, die aus jeder der Basisstationen eintreffen, und berichtet die bestimmten Eintreffzeiten an den Downlink-Prozessor. Die Meßeinheiten bestimmen kollektiv eine Eintreffzeit von Signalen, die aus den Basisstationen herrühren, und berichten diese TOA-Messungen an den Downlink-Prozessor. Der Downlink-Prozessor bestimmt die Position des mobilen Geräts auf der Grundlage der von dem mobilen Gerät und von den Meßeinheiten berichteten TOA-Messungen. Optional können mehrere Kommunikationsprotokolle unterstützt werden (zum Beispiel sowohl TDMA als auch GSM).

[0015] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung ist gerichtet auf eine Einrichtung zur Verwendung als Teil eines Kommunikationssystems, wobei das Kommunikationssystem ein mobiles Gerät, eine Mehrzahl von Basisstationen, einen Uplink-Prozessor und einen Downlink-Prozessor enthält. Die Einrichtung enthält einen Empfänger, der eine TOA eines ersten Signals, das von dem mobilen Gerät eintrifft, aufzeichnet und diese aufgezeichnete TOA an den Uplink-Prozessor weiterleitet. Der Empfänger zeichnet darüber hinaus eine TOA eines zweiten Signals, das von der Basisstation eintrifft, auf und leitet diese aufgezeichnete TOA an den Downlink-Prozes-

sor weiter. Optional können mehrere Kommunikationsprotokolle unterstützt werden.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0016] **Fig. 1** ist eine schematische Veranschaulichung eines bekannten Uplink-Lokalisierungssystems.

[0017] **Fig. 2** ist eine schematische Veranschaulichung eines bekannten Downlink-Lokalisierungssystems.

[0018] **Fig. 3** ist eine schematische Veranschaulichung eines Dual-Modus-Uplink/Downlink-Lokalisierungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0019] **Fig. 4A** ist eine schematische Veranschaulichung einer ersten Art von LMU, die in Verbindung mit der Ausführungsform nach **Fig. 3** verwendet werden kann.

[0020] **Fig. 4B** ist eine schematische Veranschaulichung der ersten Art von LMU, die zum Unterstützen mehrerer drahtloser Kommunikationsprotokolle modifiziert worden ist.

[0021] **Fig. 5A** ist eine schematische Veranschaulichung einer zweiten Art von LMU, die in Verbindung mit der Ausführungsform der **Fig. 3** verwendet werden kann.

[0022] **Fig. 5B** ist eine schematische Veranschaulichung der zweiten Art von LMU, die zum Unterstützen mehrerer drahtloser Kommunikationsprotokolle modifiziert worden ist.

[0023] **Fig. 6** ist eine schematische Veranschaulichung, wie Daten aus Uplink-Messungen und Downlink-Messungen kombiniert werden können, um eine Positionsschätzung zu bilden.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0024] **Fig. 3** veranschaulicht ein System, bei welchem ein mobiles Gerät **30** (zum Beispiel ein Mobiltelefon) entweder unter Verwendung einer Uplink- oder einer Downlink-Lösung lokalisiert werden kann. In **Fig. 3** ist der Signalfluß in dem Uplink-Modus mit einem Präfix "U:" gekennzeichnet, und der Signalfluß in dem Downlink-Modus ist mit einem Präfix "D:" gekennzeichnet. Die Signale können zwischen den verschiedenen Systemkomponenten unter Verwendung eines beliebigen gewünschten Kommunikationsstandards übermittelt werden (einschließlich beispielsweise ANSI-136 TDMA, AMPS, GSM, GSM 900, DCS 1800, PDC, PCS 1900, IDEN, etc.).

[0025] Das System basiert auf einem Satz von wenigstens drei Doppelzweck-LMUs **35-37**, welche die TOA von aus dem mobilen Gerät **30** eintreffenden Signalen ebenso wie von aus den Basisstationen **31-33** eintreffenden Signalen messen können. Diese LMUs **35-37** sind vorzugsweise permanent mit der Erde an bekannten Referenzpositionen fest verbunden, können aber auch vorübergehend in ihrer Position fixiert sein (zum Beispiel auf einem Lastkraftwa-

gen an einem bekannten Referenzort). Es sei angemerkt, daß, obwohl nur drei BTSs **31-37** und drei LMUs **35-37** veranschaulicht sind, eine größere Anzahl von BTSs und LMUs (zum Beispiel sieben) verwendet werden kann, um eine verbesserte Genauigkeit zur Verfügung zu stellen, wie es Fachleuten klar ist.

[0026] Um das mobile Gerät **30** unter Verwendung der Uplink-Lösung zu lokalisieren, horcht jede der LMUs **35-37** nach einem Signal aus dem mobilen Gerät **30**, wie beispielsweise einem Random-Access-Channel(RACH)-Burst (Bündel eines Kanals mit wahlfreiem Zugriff). Wenn das Signal aus dem mobilen Gerät **30** eintrifft, bestimmt jede der LMUs **35-37** die TOA des eintreffenden Signals zusammen mit einem zugehörigen Qualitätsindikator ( $\sigma$ ). Es kann eine auf einem Globalpositionierungssatellit (GPS) basierende Zeitreferenz an jeder LMU verwendet werden, um jede TOA-Messung mit einem gemeinsamen Rahmen der Referenz zu synchronisieren. Jede LMU leitet dann ihre TOA-Messung und ihr  $\sigma$  an ein MLC **39** unter Verwendung einer geeigneten Kommunikationsverbindung (zum Beispiel einer fest verdrahteten oder drahtlosen Kommunikationsverbindung) weiter. Das MLC **39** enthält einen Uplink-Prozessor **39A**, der so programmiert ist, daß er einen herkömmlichen Uplink-Lokalisierungsalgorithmus implementiert. Nach dem Empfangen der TOA-Messungen (und der zugehörigen  $\sigma$ s) von jeder der LMUs **35-37** implementiert das MLC **39** den Uplink-Algorithmus, um die Position des mobilen Geräts **30** auf der Grundlage der empfangen TOA-Messungen und  $\sigma$ s sowie der bekannten Positionen der LMUs zu bestimmen.

[0027] Um das mobile Gerät **30** unter Verwendung der Downlink-Lösung zu lokalisieren, umfaßt das System, daß jede von zumindest drei BTSs **31-33** ein Signal (zum Beispiel ein Broadcast-Control-Channel(BCCH)-Signal; Rundsendesteuerkanalsignal) an das mobile Gerät **30** sendet. Wenn die Signale aus den BTSs **31-33** eintreffen, bestimmt das mobile Gerät **30** die TOA der eintreffenden Signale zusammen mit zugehörigen Qualitätsindikatoren ( $\sigma$ ) für jedes eintreffende Signal. Das mobile Gerät **30** leitet dann die TOA-Informationen an das MLC **39** weiter, vorzugsweise über dasselbe drahtlose Netzwerk, das verwendet wird, um mit dem mobilen Gerät **30** zu kommunizieren. Das MLC **39** enthält einen Downlink-Prozessor **39B**, der so programmiert ist, daß er einen herkömmlichen Downlink-Lokalisierungsalgorithmus implementiert. Während der Uplink-Prozessor **39A** und der Downlink-Prozessor **39B** als zwei verschiedene Blöcke veranschaulicht sind, können sie in Wirklichkeit miteinander integriert sein, indem verschiedene Algorithmen auf einem einzigen Prozessor abgearbeitet werden.

[0028] In der Zwischenzeit horcht jede der LMUs **35-37** nach von den BTSs **31-33** gesendeten Signalen. Wenn eine LMU ein Signal von einer BTS empfängt, bestimmt die LMU **35-37** die Eintreffzeit des

eintreffenden Signals. Diese Art der TOA-Messung (bei der eine LMU die Eintreffzeit eines Signals von einer BTS mißt) wird hier als TOA\* bezeichnet. Jede LMU leitet dann die TOA\*-Informationen an das MLC 39 unter Verwendung einer geeigneten Kommunikationsverbindung (zum Beispiel einer fest verdrahteten oder drahtlosen Kommunikationsverbindung) weiter. Diese Kommunikationsverbindung kann unter Verwendung des gleichen Protokolls wie der gerade lokalisierte Handapparat arbeiten (zum Beispiel eine AMPS-Kommunikationsverbindung könnte verwendet werden, wenn ein AMPS-Protokoll-Handapparat lokalisiert wird). Die TOA\*-Messungen ermöglichen es dem MLC 39, irgendwelche Echtzeitdifferenzen zwischen den Senderahmen der verschiedenen BTSs 31–33 zu kompensieren. Das MLC 39 bestimmt dann die Position des mobilen Geräts 30 unter Verwendung des Downlink-Algorithmus auf der Grundlage der TOA-Messungen und der  $\sigma$ s, die von dem mobilen Gerät 30 empfangen wurden, der von dem LMUs 35–37 empfangenen TOA\*-Messungen und der bekannten Positionen der LMUs und BTSs.

[0029] Fig. 4A ist eine schematische Veranschaulichung einer Dual-Modus-Uplink/Downlink-LMU 40A, die als eine der LMUs 35–37 in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3 verwendet werden kann. Die LMU 40A enthält eine Antennenschnittstelle 42, welche eine Schnittstelle zu einer oder mehreren Empfangsantennen 41 bildet. Sie enthält außerdem einen Uplink-Empfänger 43, der so ausgebildet ist, daß er Signale empfängt, die von den zu lokalisierenden mobilen Geräten eintreffen (wie beispielsweise RACH-Bursts), sowie einen Downlink-Empfänger 44, der so ausgebildet ist, daß er von einer BTS eintreffende Signale empfängt (wie beispielsweise BCCH-Signale). Eine Kommunikationsverbindung 46, die eine Schnittstelle zwischen der LMU 40A und einem fernen MLC (das nicht gezeigt ist) bildet, ist ebenfalls vorgesehen. Vorzugsweise wird der Betrieb der LMU 40A von einer Steuereinrichtung 45 gesteuert.

[0030] Von sowohl den mobilen Geräten als auch BTSs eintreffende Signale werden von den Antennen 41 aufgefangen und von dem richtigen Empfänger 43 (für Signale der mobilen Geräte) und 44 (für Basisstationssignale) empfangen. Der Uplink-Empfänger 43 und der Downlink-Empfänger 44 kooperieren mit der Steuereinrichtung 45, so daß sie die Eintreffzeit der jeweils eintreffenden Signale aufzeichnen. Die Erfassung, wann ein Signal an dem Uplink-Empfänger 43 aus einem mobilen Gerät eingetroffen ist, kann unter Verwendung herkömmlicher Uplink-Steuertechniken ausgeführt werden. In ähnlicher Weise kann die Erfassung, wann ein Signal an dem Downlink-Empfänger 44 aus einer BTS eingetroffen ist, unter Verwendung herkömmlicher Downlink-Steuertechniken ausgeführt werden. Optional kann die Steuereinrichtung 45 auf einer digitalen Signalverarbeitung (DSP) vertrauen, um diese Steuerfunktionen zu implementieren.

[0031] Sobald eine TOA für das jeweils eintreffende Signal bestimmt worden ist, leitet die Steuereinrichtung 45 die bestimmten TOAs an ein fernes Mobilgerätllokalisierungszentrum (MLC; Mobile Location Center) über eine Kommunikationsverbindung 46 weiter. Diese Kommunikationsverbindung 46 kann unter Verwendung irgendeiner geeigneten Technik implementiert sein, die beispielsweise verdrahtete Schnittstellen (zum Beispiel über Standardtelefonleitungen) ebenso wie drahtlose Schnittstellen (zum Beispiel über dasselbe Netzwerk, das zur Kommunikation mit dem mobilen Gerät verwendet wird) einschließt.

[0032] Beim Uplink-Modus müssen die von dem System ausgeführten TOA-Messungen bezüglich eines gemeinsamen Referenzrahmens abgeglichen werden, damit das MLC eine genaue Positionsschätzung bilden kann. Ein geeigneter Weg des Bereitstellens eines solchen gemeinsamen Referenzrahmens besteht darin, einen Globalpositionierungssatelliten (GPS)-Empfänger 47 in jede LMU 40A aufzunehmen und jede TOA-Messung, die an das MLC berichtet wird, in bezug zu einer empfangenen GPS-Zeit zu setzen.

[0033] Fig. 4B ist eine schematische Veranschaulichung einer anderen Dual-Modus-Uplink/Downlink-LMU 40B, die als eine der LMUs 35–37 bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 verwendet werden kann. Diese LMU 0B ermöglicht es dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3, Handapparate zu lokalisieren, die unter Verwendung verschiedener drahtloser Kommunikationsprotokolle (wie beispielsweise ANSI-136 TDMA, GSM, AMPS, etc.) kommunizieren, statt nur auf ein einziges Kommunikationsprotokoll beschränkt zu sein. Die LMU 40B ist ähnlich der LMU 40A (die in Fig. 4A gezeigt ist) mit der Ausnahme, daß die LMU 40B eine Mehrzahl von Uplink-Empfängern 43A–43C, eine Mehrzahl von Downlink-Empfängern 44A–44C und eine Mehrzahl von Kommunikationsverbindungen 46A–46C (anstelle eines Uplink-Empfängers, eines Downlink-Empfängers und einer Kommunikationsverbindung) enthält. Vorzugsweise ist jeder der Uplink-Empfänger 43A–43C einem speziellen drahtlosen Kommunikationsprotokoll gewidmet, und jeder der Downlink-Empfänger 44A–44C ist einem bestimmten drahtlosen Kommunikationsprotokoll gewidmet. Selbstverständlich können, obwohl drei Uplink-Empfänger und drei Downlink-Empfänger veranschaulicht sind, eine abweichende Anzahl von Empfängern statt dessen verwendet werden, um eine beliebige Anzahl verschiedener drahtloser Kommunikationsprotokolle aufzunehmen.

[0034] Vorzugsweise ist jeder der Empfänger 43A–43C, 44A–44C auf einer einzelnen Schaltungsplatte implementiert, die in eine gemeinsame Rückverdrahtungsebene (Backplane) eingesteckt und unter der Steuerung einer gemeinsamen Steuereinrichtung 45 betrieben werden kann. Diese Anordnung erlaubt es, daß jede LMU für so viele verschiedene

drahtlose Kommunikationsprotokolle arbeitet, wie es gewünscht wird, indem zusätzliche Empfänger eingesteckt werden. Optional kann für jedes drahtlose Kommunikationsprotokoll eine separate Kommunikationsverbindung 46A-46C enthalten sein. Wenn separate Kommunikationsverbindungen zur Verfügung gestellt werden, so kann das gleiche drahtlose Netzwerk, das zur Kommunikation mit jedem Handapparat verwendet wird, zum Weiterleiten der TOA-Messungen für dieses Kommunikationsprotokoll an ein fernes MLC verwendet werden (z.B. eine AMPS-Kommunikationsverbindung für einen AMPS-Handapparat und eine GSM-Kommunikationsverbindung für einen GSM-Handapparat). Dann kann ein separates MLC für jedes Protokoll verwendet werden, um die Lokalisierungsalgorithmen zu implementieren. Wenn eine einzige Kommunikationsverbindung für sämtliche verschiedenen Kommunikationsprotokolle verwendet wird, so kann ein separates MLC für jedes Protokoll verwendet werden oder es kann ein gemeinsames MLC für zwei oder mehr Kommunikationsprotokolle verwendet werden.

[0035] Diese Anordnung, bei welcher eine LMU TOA-Messungen für verschiedene Kommunikationsprotokolle ausführen kann, kann auf Nur-Uplink-Systeme und Nur-Downlink-Systeme erweitert werden. Für Nur-Uplink-Systeme würde die Blockdarstellung Fig. 4B ähnlich sein, aber die Downlink-Empfänger 44A-44C würden fortfallen. Für Nur-Downlink-Systeme würde die Blockdarstellung Fig. 4B ähnlich sein, aber die Uplink-Empfänger 43A-43C würden fortgelassen sein. Geeignete Modifikationen an der Steuereinrichtung 45 sollten ebenfalls vorgenommen werden, so daß die Steuereinrichtung keine TOA-Messungen von einer nicht vorhandenen Quelle erwartet.

[0036] Fig. 5A ist eine schematische Veranschaulichung einer weiteren Dual-Modus-Uplink/Downlink-LMU 50A, die als eine der LMUs 35-37 bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 verwendet werden kann. Diese LMU 50A enthält eine Antennenschnittstelle 52, welche eine Schnittstelle zu einer oder zu mehreren Empfangsantennen 51 bildet, und einen Kombinations-Uplink/Downlink-Empfänger 53, der so ausgebildet ist, daß er von den mobilen Geräten, die zu lokalisieren sind, eintreffende Signale (wie beispielsweise RACH-Bursts) sowie von einer BTS eintreffende Signale (wie beispielsweise BCCH-Signale) empfängt. Eine Kommunikationsverbindung 56, die eine Schnittstelle zwischen der LMU 50A zu einem fernen (nicht gezeigten) MLC bildet und ein optionaler GPS-Empfänger 57 werden ebenfalls zur Verfügung gestellt. Vorzugsweise wird der Betrieb der LMU 50A von einer Steuereinrichtung 55 gesteuert. Die Betriebsweise des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 5A ist ähnlich der Betriebsweise des oben beschriebenen Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 4A mit der Ausnahme, daß anstelle getrennter Uplink- und Downlink-Empfänger (43 und 44, gezeigt in Fig. 4A) ein einziger Uplink/Downlink-Empfänger 53 verwendet wird.

[0037] Fig. 5B ist eine schematische Veranschaulichung einer weiteren Dual-Modus-Uplink/Downlink-LMU 50B, die als eine der LMUs 35-37 bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 verwendet werden kann. Diese LMU 50B gestattet es dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3, Handapparate zu lokalisieren, die unter Verwendung verschiedener drahtloser Kommunikationsprotokolle (wie beispielsweise MDTA, GSM, AMPS, etc.) kommunizieren, statt auf nur ein einziges Kommunikationsprotokoll begrenzt zu sein. Die Betriebsweise dieser LMU 50B ist ähnlich der Betriebsweise der LMU 40B (die in Fig. 4B gezeigt ist) mit der Ausnahme, daß für jedes Kommunikationsprotokoll ein integrierter Uplink/Downlink-Empfänger anstelle getrennter Uplink-Empfänger und Downlink-Empfänger für jedes Kommunikationsprotokoll verwendet wird.

[0038] Eine Implementierung von sowohl Downlink- als auch Uplink-Algorithmen in einem einzigen System ermöglicht es dem System, Vorteile aus den Vorzügen des Downlink zu ziehen, während die Nachteile des Downlinks vermieden werden. Insbesondere ermöglicht es das hier beschriebene Dual-Modus-Lokalisierungs-Uplink/Downlink-System einen Systemoperator, Downlink-Handapparate einem Kommunikationsnetzwerk hinzuzufügen, ohne zusätzliche Kapazität dem Netzwerk hinzuzufügen, indem diese Handapparate unter Verwendung des Downlink-Modus lokalisiert werden. Darüber hinaus kann das hier beschriebene Uplink/Downlink-System verwendet werden, um herkömmliche Handapparate (legacy handsets) zu lokalisieren, die den Downlink-Modus nicht unterstützen. Wenn eine Lokalisierungsschätzung für eine dieser herkömmlichen Handapparate erforderlich ist, schaltet das System in den Uplink-Modus um und verarbeitet die aus den Handapparaten eintreffenden Signale, um die Position des Handapparats zu bestimmen. Indem der Downlink-Modus als Standardlokalisierungsmodus verwendet wird und nur für solche Handapparate in den Uplink-Modus umgeschaltet wird, die den Downlink-Modus nicht unterstützen, kann die Menge neuer Netzwerkkapazität, die hinzugefügt werden muß, auf einem Minimum gehalten werden. Vorzugsweise unterstützen neue Handapparate, die zu dem drahtlosen Netzwerk hinzugefügt werden, den Downlink-Modus, um Vorteile aus den von dem Downlink zur Verfügung gestellten Vorzügen zu ziehen.

[0039] Die populärsten herkömmlichen Lokalisierungsalgorithmen arbeiten, indem sie den Schnittpunkt von zwei oder mehr Hyperbeln auffinden, wobei jede Hyperbel durch ein Paar von TOA-Messungen bestimmt wird. Bei einem Einzelmodussystem sind wenigstens drei TOA-Messungen erforderlich, um zwei Paare von TOA-Messungen zu gewinnen (z.B. können die Paare AB und AC von drei Messungen A, B und C) gebildet werden. Wenn bei einem Einzelmodussystem nur ein Paar TOA-Messungen zur Verfügung steht, kann keine Positionsschätzung gebildet werden.



[0040] Wenn jedoch ein Dual-Modus-System verfügbar ist, kann eine erste Hyperbel aus einem Paar TOA-Messungen, die unter Verwendung des Uplink-Modus ausgeführt worden sind, gewonnen werden und eine zweite Hyperbel kann aus einem Paar von TOA-Messungen, die unter Verwendung des Downlink-Modus ausgeführt worden sind, gewonnen werden. Der Schnittpunkt dieser zwei Hyperbeln kann dann als Schätzung der Position des mobilen Geräts verwendet werden. Dies ist in Fig. 6 veranschaulicht, bei der eine erste Hyperbel 68 unter Verwendung des Uplink-Modus auf der Grundlage der TOA-Messungen des Signals aus einem Handapparat 60, das bei jeder der LMUs 65, 66 eintrifft, gewonnen wurde. Ein zweite Hyperbel 69 wird gewonnen unter Verwendung des Downlink-Modus auf der Grundlage der TOA-Messungen der Signale aus dem BTSs 61, 62, die an dem Handapparat 60 eintreffen, und der TOA\*-Messungen der Signale aus den BTSs 51, 62, die an jeder der LMUs 65, 66 eintreffen. Der Schnittpunkt der Hyperbeln 68, 69 wird als Positionsschätzung verwendet. Das Bereitstellen einer Positionsschätzung auf der Grundlage einer Uplink-Hyperbel 68 und einer Downlink-Hyperbel 69 könnte die Differenz zwischen dem Gewinnen einer genauen Positionsschätzung und dem Nicht-Gewinnen einer solchen ausmachen; wenn zwei Hyperbeln nicht unter Verwendung einer einzigen Verbindungsrichtung gewonnen werden können. Darüber hinaus können selbst dann, wenn zwei Hyperbeln aus einer einzigen Verbindungsrichtung (das heißt Uplink oder Downlink) verfügbar sind, die zusätzliche Hyperbeln, die gewonnen werden, indem auf beide Technologien gleichzeitig vertraut wird, verwendet werden, um die Genauigkeit der sich ergebenden Positionsschätzung zu verbessern.

[0041] Das Bereitstellen eines Dual-Modus-Uplink/Downlink-Lokalisierungssystem in Übereinstimmung mit den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen kann darüber hinaus das Gerangel zwischen den verschiedenen Akteuren in der Industrie der drahtlosen Verbindungen verringern, indem beide Lokalisierungsarchitekturen gleichzeitig unterstützt werden. Es kann darüber hinaus ein schnelleres Verfügbar-Machen der Lokalisierungsdienste die Öffentlichkeit unterstützen, indem gesichert wird, daß Investitionen in die Infrastruktur für eine der beiden Technologien nicht vergeblich sind.

[0042] Indem darüber hinaus mehrere Kommunikationstechnologien in einer einzigen Box kombiniert werden, kann die Anzahl der neuen Antennenplätze, die zum Implementieren von Lokalisierungsdiensten benötigt werden, minimiert werden. Diese Anordnung sollte folglich den Widerstand der Öffentlichkeit gegen die Installation der erforderlichen Infrastruktur minimieren.

[0043] Während die vorliegende Erfindung im Kontext der oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele erläutert worden ist, ist es klar, daß verschiedene Änderungen an diesen Ausführungs-

beispielen vorgenommen werden können und daß verschiedene Äquivalente statt dessen eingesetzt werden können, ohne vom Geist oder Umfang der Erfindung abzuweichen, wie er Fachleuten klar wird.

### Zusammenfassung

[0044] Bestimmte Aspekte der Offenbarung beziehen sich auf ein Kombinieren von Uplink- und Downlink-Lokalisierungstechnologien zu einem einzigen Lokalisierungsdienstesystem, um die von beiden Technologien gebotenen Vorteile zu erhalten, während viele ihrer individuellen Nachteile beseitigt werden. Mobile Geräte, die Downlink unterstützen, können dann unter Verwendung des Downlink-Modus lokalisiert werden, und mobile Geräte, die kein Downlink unterstützen, können unter Verwendung des Uplink-Modus lokalisiert werden. Ein mobiles Gerät könnte sogar auf der Grundlage einer Kombination von Uplink-Messungen und Downlink-Messungen lokalisiert werden. Weitere Aspekte der Offenbarung beziehen sich auf das Bereitstellen eines einzigen Lokalisierungsdienstesystems zum Lokalisieren von mobilen Geräten, die unter Verwendung einer Mehrzahl verschiedener Kommunikationsprotokolle kommunizieren.

### Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Lokalisieren mobiler Geräte, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt:

(a) Lokalisieren eines ersten mobilen Geräts durch Implementieren der Schritte:

(a1) Bestimmen von Eintreffzeiten eines aus dem ersten mobilen Gerät herrührende Signals an jeder von wenigstens drei Meßeinheiten, und

(a2) Berechnen einer Position des ersten mobilen Geräts auf der Basis der Eintreffzeiten, die im Schritt (a1) bestimmt worden sind; und

(b) Lokalisieren eines zweiten mobilen Geräts durch Implementieren der Schritte:

(b1) Bestimmen von Eintreffzeiten von aus jeder von wenigstens drei Basisstationen herrührenden Signalen an dem zweiten mobilen Gerät,

(b2) Bestimmen von Eintreffzeiten der aus jeder der wenigstens drei Basisstationen herrührenden Signale an den Meßeinheiten, und

(b3) Berechnen einer Position des zweiten mobilen Geräts auf der Grundlage der Eintreffzeiten, die im Schritt (b1) bestimmt worden sind, und der Eintreffzeiten, die im Schritt (b2) bestimmt worden sind.

2. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei das zweite mobile Gerät in der Lage ist, in einem Downlink-Modus zu arbeiten, und wobei das erste mobile Gerät nicht in der Lage ist, in einem Downlink-Modus zu arbeiten.

3. Ein Verfahren zum Lokalisieren eines mobilen Geräts, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt:

- (a) Bestimmen von Eintreffzeiten eines aus dem mobilen Gerät herrührenden Signals an jeder von wenigstens zwei Meßeinheiten;
- (b) Bestimmen von Eintreffzeiten von aus jeder von wenigstens zwei Basisstationen herrührenden Signalen an dem mobilen Gerät;
- (c) Bestimmen von Eintreffzeiten der aus jeder der wenigstens zwei Basisstationen herrührenden Signale an den Meßeinheiten; und
- (d) Berechnen einer Position des mobilen Geräts auf der Grundlage der in den Schritten (a), (b) und (c) bestimmten Eintreffzeiten.

4. Das Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Berechnungsschritt die Schritte umfaßt:  
Definieren einer ersten Hyperbel auf der Grundlage der im Schritt (a) bestimmten Eintreffzeiten;  
Definieren einer zweiten Hyperbel auf der Grundlage der in den Schritten (b) und (c) bestimmten Eintreffzeiten; und  
Lokalisieren eines Schnittpunkts der ersten Hyperbel und der zweiten Hyperbel.

5. Ein System zum Bestimmen der Position eines mobilen Geräts in entweder einem Uplink-Modus oder einem Downlink-Modus, wobei das System aufweist:  
einen Uplink-Prozessor, der einen Uplink-Lokalisierungsalgorithmus implementiert;  
einen Downlink-Prozessor, der einen Downlink-Lokalisierungsalgorithmus implementiert;  
wenigstens drei Basisstationen, die an bekannten Positionen angeordnet sind und die mit dem mobilen Gerät kommunizieren können; und  
wenigstens drei Meßeinheiten,  
wobei in dem Uplink-Modus (a) jede der Meßeinheiten eine Eintreffzeit eines aus dem mobilen Gerät herrührenden Signals bestimmt und die bestimmte Eintreffzeit an den Uplink-Prozessor berichtet und (b) der Uplink-Prozessor die Position des mobilen Geräts unter Verwendung des Uplink-Lokalisierungsalgorithmus auf der Grundlage der an den Uplink-Prozessor von den Meßeinheiten berichteten Eintreffzeiten bestimmt, und  
wobei in dem Downlink-Modus (a) das mobile Gerät Eintreffzeiten von aus jeder der wenigstens drei Basisstationen eintreffenden Signale bestimmt und die bestimmten Eintreffzeiten an den Downlink-Prozessor berichtet, (b) die Meßeinheiten kollektiv eine Eintreffzeit von aus jeder der wenigstens drei Basisstationen herrührenden Signalen bestimmen und die bestimmten Eintreffzeiten an den Downlink-Prozessor berichten und (c) der Downlink-Prozessor die Position des mobilen Geräts unter Verwendung des Downlink-Lokalisierungsalgorithmus auf der Grundlage der an den Downlink-Prozessor von dem mobilen Gerät und von den Meßeinheiten berichteten Eintreffzeiten bestimmt.

6. Das System nach Anspruch 5, wobei der

Uplink-Prozessor und der Downlink-Prozessor in einem integrierten Gerät implementiert sind.

7. Das System nach Anspruch 5, wobei der Uplink-Prozessor und der Downlink-Prozessor in separaten Einrichtungen implementiert sind.

8. Das System nach Anspruch 5, wobei jede der Meßeinheiten einen Dual-Modus-Uplink/Downlink-Empfänger enthält.

9. Das System nach Anspruch 5, wobei jede der Meßeinheiten einen Uplink-Empfänger und einen Downlink-Empfänger, der von dem Uplink-Empfänger verschieden ist, enthält.

10. Das System nach Anspruch 5, wobei jede der Meßeinheiten Eintreffzeiten für wenigstens zwei verschiedene Kommunikationsprotokolle bestimmt.

11. Das System nach Anspruch 10, wobei die wenigstens zwei verschiedenen Kommunikationsprotokolle "Time Division Multiple Access"-System (TDMA) und ein globales System für mobile Kommunikation (GSM) einschließen.

12. Eine Einrichtung zur Verwendung in einem Kommunikationssystem, das ein mobiles Gerät, eine Mehrzahl von Basisstationen, die an bekannten Orten angeordnet sind, einen Uplink-Prozessor und einen Downlink-Prozessor enthält, wobei die Einrichtung aufweist:  
einen Empfänger, der (a) eine Eintreffzeit eines aus dem mobilen Gerät eintreffenden ersten Signals aufzeichnet und die aufgezeichnete Eintreffzeit des ersten Signals an den Uplink-Prozessor berichtet und (b) eine Eintreffzeit eines aus der Basisstation eintreffenden zweiten Signals aufzeichnet und die aufgezeichnete Eintreffzeit des zweiten Signals an den Downlink-Prozessor berichtet.

13. Die Einrichtung nach Anspruch 11, wobei der Empfänger einen ersten Empfänger, der die Eintreffzeit des ersten Signals aufzeichnet, und einen zweiten Empfänger, der die Eintreffzeit des zweiten Signals aufzeichnet, aufweist und wobei der erste Empfänger von dem zweiten Empfänger physikalisch getrennt ist.

14. Die Einrichtung nach Anspruch 12, wobei der Empfänger einen ersten Empfänger, der die Eintreffzeit des ersten Signals aufzeichnet, und einen zweiten Empfänger, der die Eintreffzeit des zweiten Signals aufzeichnet, aufweist und wobei der erste Empfänger mit dem zweiten Empfänger integriert ist.

15. Die Einrichtung nach Anspruch 12, wobei das erste Signal ein "Random Access Channel"(RACH)-Signal ist und das zweite Signal ein "Broadcast Control Channel"(BCCH)-Signal ist.



16. Die Einrichtung nach Anspruch 12, wobei der Empfänger Eintreffzeiten für wenigstens zwei verschiedene Kommunikationsprotokolle bestimmt.

17. Die Einrichtung nach Anspruch 16, wobei die wenigstens zwei verschiedenen Kommunikationsprotokolle "Time Division Multiple Access"-Systeme (TDMA) und ein globales System zur mobilen Kommunikation (GSM) einschließen.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

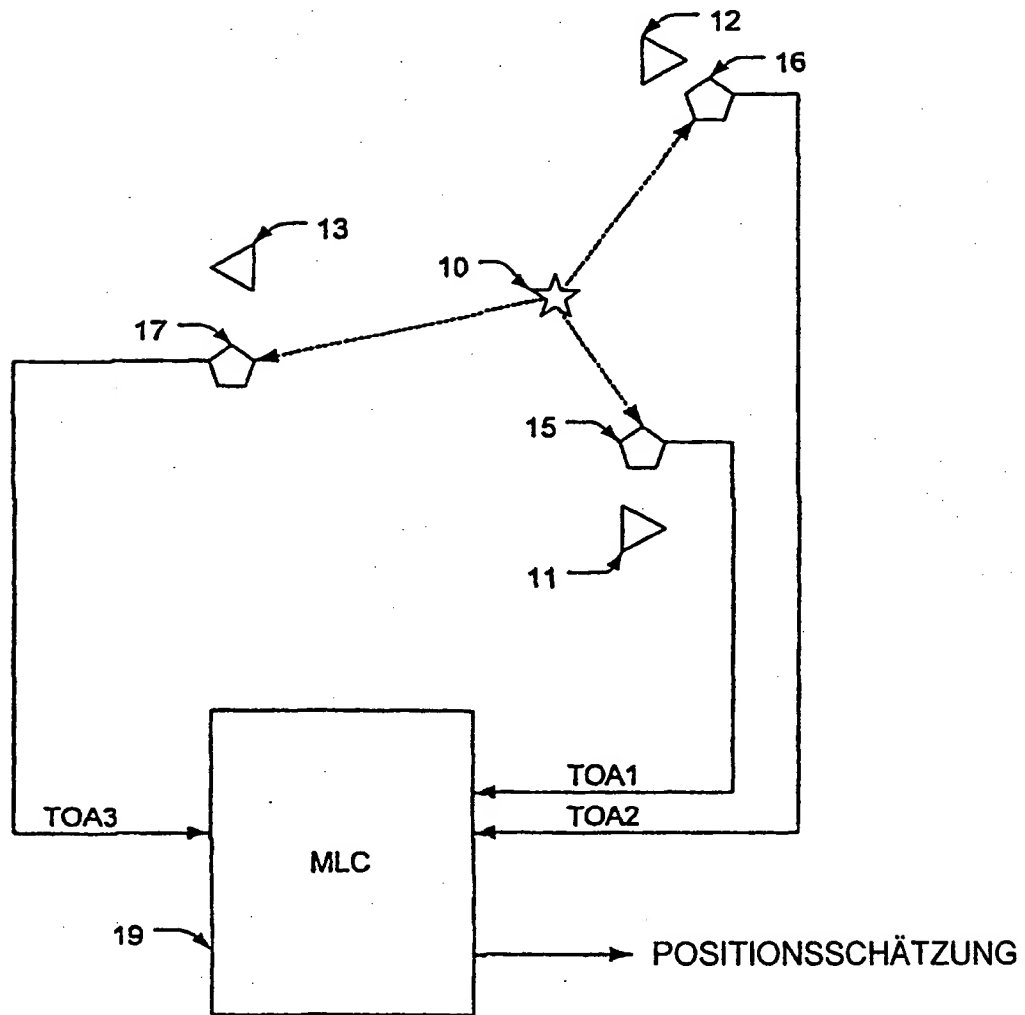


FIG. 1  
STAND DER TECHNIK

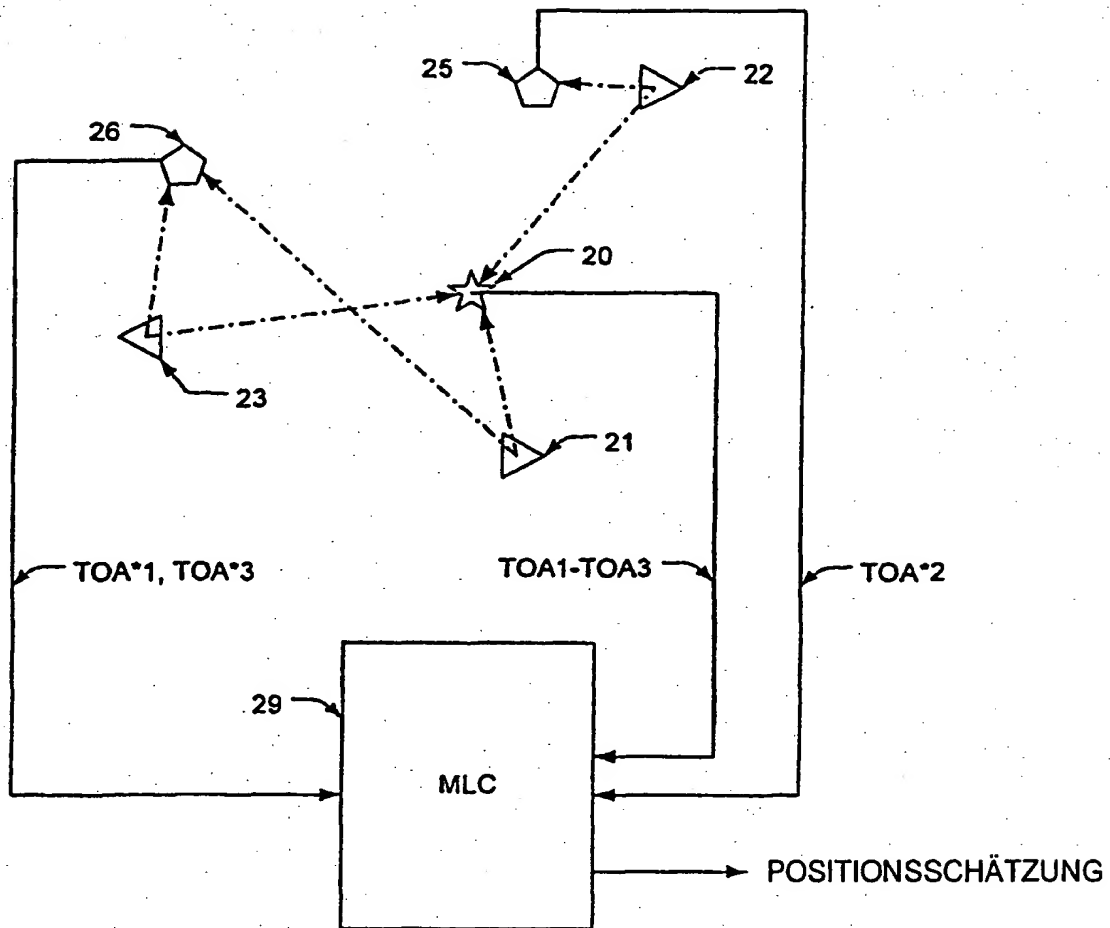


FIG. 2  
STAND DER TECHNIK

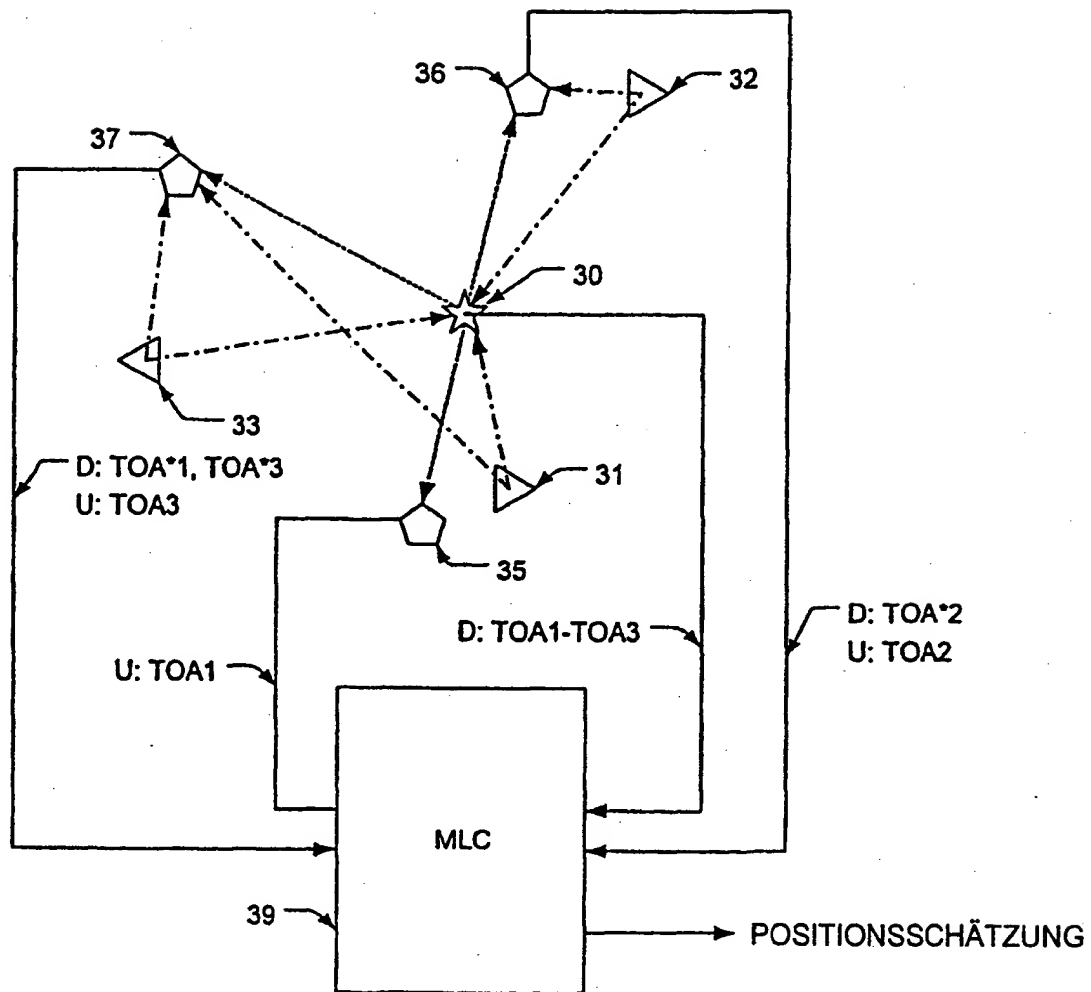


FIG. 3

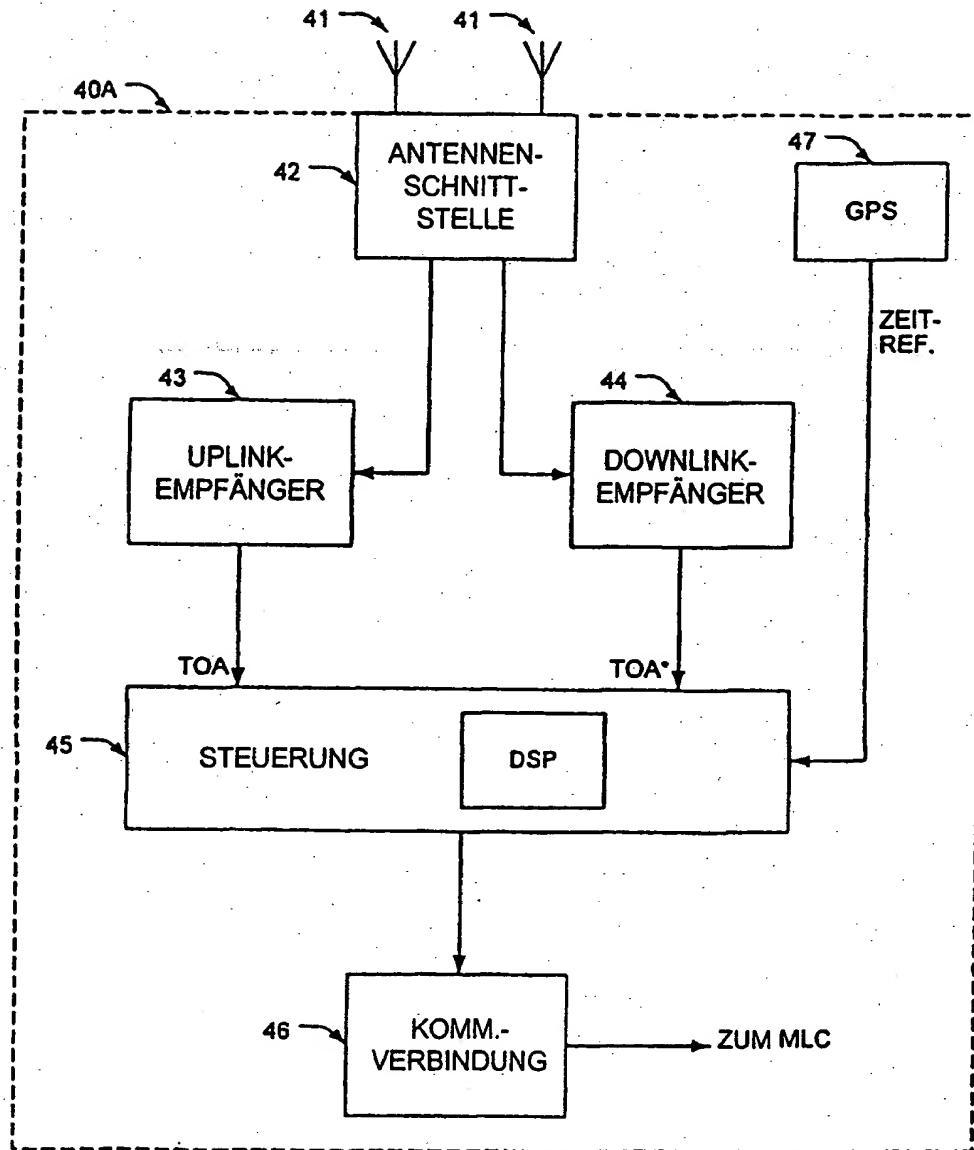


FIG. 4A

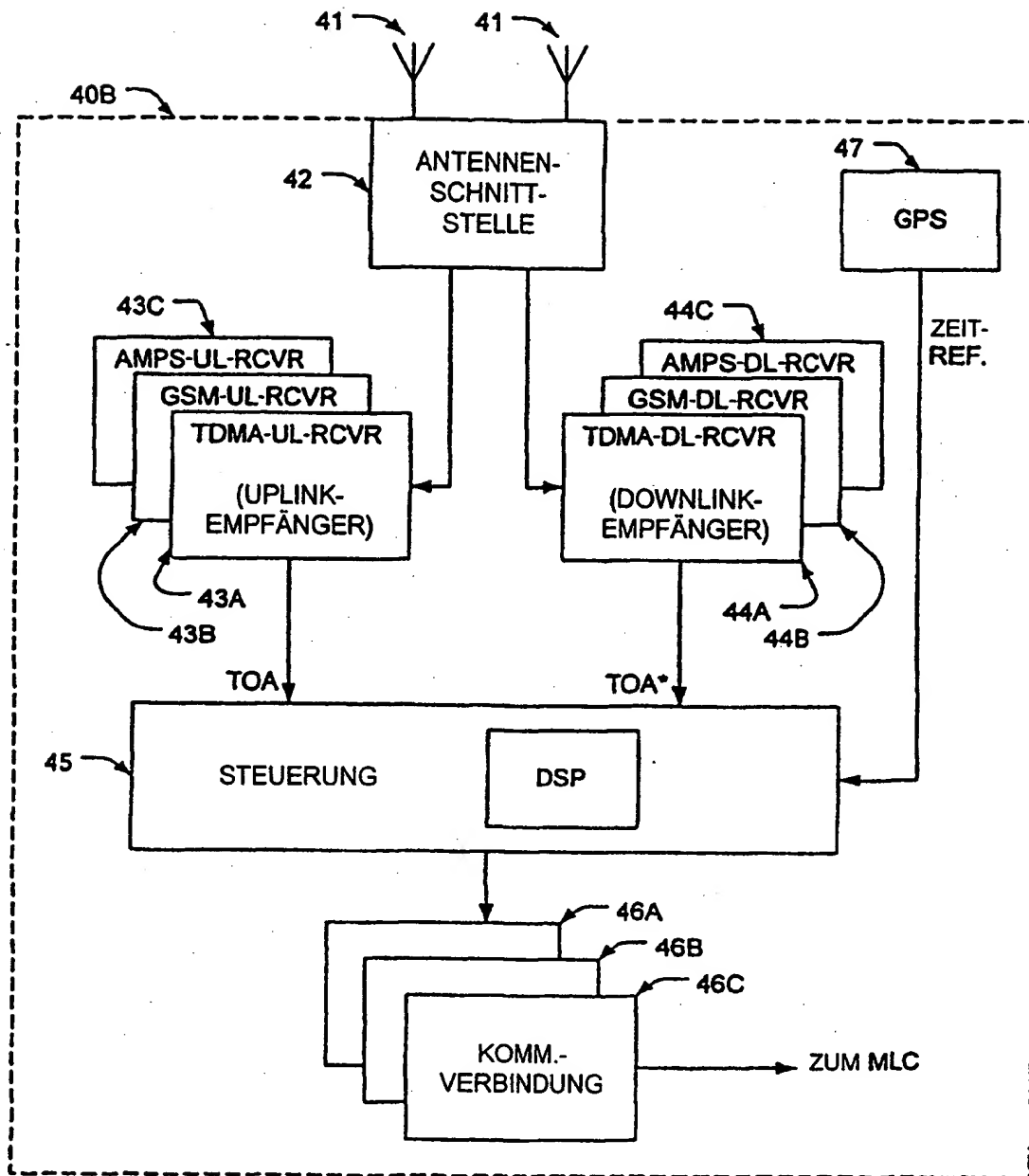


FIG. 4B



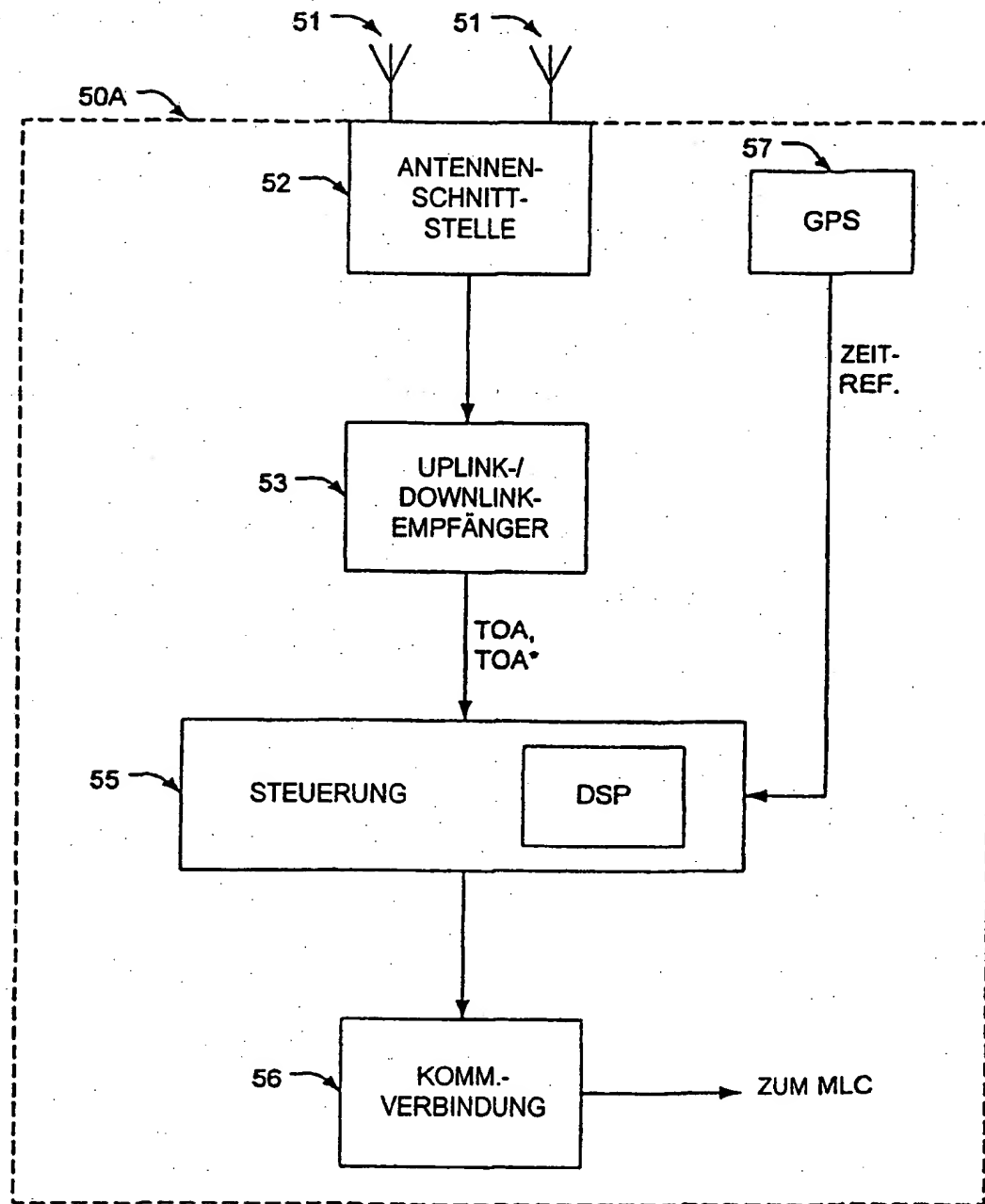


FIG. 5A

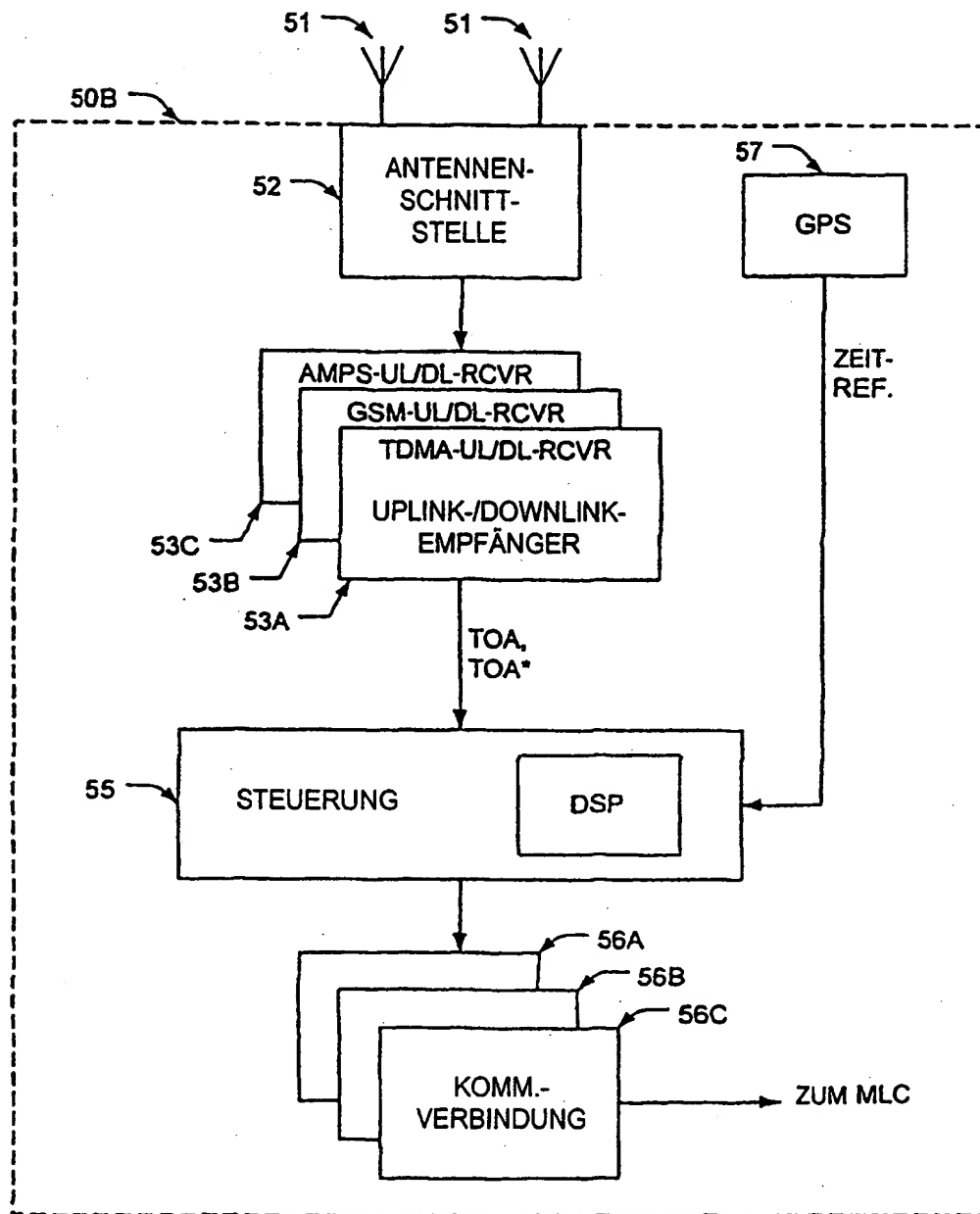


FIG. 5B



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**